

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA BUAH JAMBU KRISTAL
(*Psidium guajava* L.) MENGGUNAKAN METODE DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*)**

Skripsi

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Syarat-Syarat Guna

Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd)

Dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Oleh:

Reni Agustina

NPM: 1611060435

Jurusan: Pendidikan Biologi



FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

1442 H/ 2020

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA BUAH JAMBU KRISTAL
(*Psidium guajava* L.) MENGGUNAKAN METODE DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*)**

Skripsi

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd)
Dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Oleh:

Reni Agustina

NPM: 1611060435

Jurusan: Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Rina Budi Sartiyati.

Pembimbing II : Indarto, M. Sc.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**

1442 H/ 2020

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Skripsi ini mengambil judul tentang “Uji Aktivitas Antioksidan pada Buah Jambu Kristal (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl)”. Untuk memahami makna dan tujuan dilakukannya penelitian ini, oleh sebab itu diperlukan penegasan judul. Judul tersebut mempunyai beberapa makna yaitu :

1. Uji berdasarkan kamus besar bahasa indonesia merupakan percobaan untuk mengetahui mutu sesuatu.¹
2. Aktivitas berdasarkan kamus besar bahasa indonesia merupakan sebuah kegiatan atau keaktifan.²
3. Antioksidan merupakan senyawa yang bisa menghambat atau mencegah suatu proses oksidasi jika bereaksi dengan radikal bebas.³
4. Buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.) merupakan kelompok jambu biji yang saat ini banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini adalah tanaman hasil mutasi dari jambu bangkok.⁴

¹ Kamus Besar Bahasa Indonesia [online]” <<http://kbbi.web.id/>>. Diakses pukul 09.00. 12 Januari 2020.

² Kamus Besar Bahasa Indonesia [online]” <<http://kbbi.web.id/>>. Diakses pukul 18:10. 8 Juli 2020.

³Program Studi Kimia dan Universitas Tanjungpura, “Uji Aktifitas Antioksidan Daging Buah Asam Paya (*Eleiodoxa conferta* Burret) Dengan Metode DPPH Dan Tiosianat”, Vol. 3 (2014).h. 58.

⁴Nita T R I Damayanti, “Potensi Pengembangan Tanaman Jambu Kristal (*Psidium guajava* L) Berdasarkan Aspek Agrolimat Di Jawa Barat”, 2016.h.2.

5. Metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*) ini digunakan karena sangat mudah, cepat dan memiliki sensitifitas yang baik untuk pengujian aktivitas antioksidan pada senyawa atau ekstrak tanaman tertentu.⁵

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka yang di maksud oleh penulis pada judul “Uji Antioksidan pada Buah Jambu Kristal (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*)” adalah ingin mengetahui aktivitas antioksidan pada tanaman jambu kristal.

A. Alasan Memilih Judul

Adapun alasan yang dijadikan dasar peneliti dalam memilih judul adalah sebagai berikut:

1. Alasan Obyektif
 - a. Mengetahui adanya antioksidan pada tanaman jambu kristal.
 - b. Mengetahui aktivitas antioksidan pada jambu kristal.
2. Alasan Subyektif
 - a. Digunakan untuk mendapatkan data sebagai bahan utama penyusunan skripsi untuk memenuhi salah satu syarat dalam mendapatkan gelar sarjana pada bidang Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.
 - b. Berdasarkan alasan yang penulis bahas, penelitian ini ada kaitannya dengan ilmu yang penulis pelajari dari Pendidikan Biologi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

⁵Sri Pratiwi Aritionang, “Analisis Kandungan Antioksidan dan Mineral Kalsium (Ca), Kalium (K), dan Besi (Fe) dari Ekstrak Buah Jambu Air (*Syzygium samarangense*) Varietas Madu Deli Hijau (MDH)”, Vol. 8 No. 1 (2018)..h.58.

B. Latar Belakang

Penyakit degeneratif merupakan penyakit yang menimbulkan kerusakan pada suatu jaringan dan organ tubuh manusia. Terjadinya penyakit degeneratif disebabkan oleh proses oksidasi yang berlebihan terhadap asam nukleat, lemak, protein, dan juga DNA sel. Pada seluruh negara berkembang, penyakit degeneratif telah menyebabkan kematian sebanyak 60 juta orang. Penyakit degeneratif di Indonesia memiliki angka prevalensi sebanyak 12,1 % penyakit stroke, 9,4 % penyakit hipertensi, dan 1,5 % penyakit jantung koroner.⁶ Radikal bebas merupakan penyebab dari penyakit-penyakit degeneratif tersebut.⁷ Radikal bebas adalah suatu molekul, atom, atau grup atom yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya.⁸

Tubuh menghasilkan radikal bebas secara terus menerus, dapat melalui metabolisme sel normal, kekurangan gizi, peradangan, atau karena respon tubuh terhadap pengaruh lain dari luar tubuh, dari polusi lingkungan, sinar ultraviolet (UV), dan dapat ditimbulkan oleh asap rokok.⁹ Beberapa alasan tersebut menyatakan bahwa tubuh membutuhkan antioksidan yang dapat membantu menjaga tubuh dari serangan radikal bebas dan mengurangi dampak negatifnya.¹⁰

⁶ Kalbe Edukasi Penatalaksanaan Penyakit Degeneratif', <http://krjogja.com/read/238383/kalbe-edukasi-penatalaksanaan-penyakitdegeneratif.kr>, diakses 04 februari 2020.

⁷ Linn Hasil dan Pengadukan Dan, "Daya Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Manggis (*Gracinia mangostana* Linn) Hasil Pengadukan Dan Refluk", Vol. 2 (2013).h.58.

⁸ Deddy Muchtadi, *Antioksidan dan Kiat Sehat di Usia Produktif*, (Bandung : Alfabeta, 2013), h.29.

⁹ Erik Tapan, 'Kanker, Antioksidan, dan Terapi Komplementer', (Jakarta: PT Gramedia, 2005), h.116.

¹⁰ Hery Winarsi, *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*, (Yogyakarta: Kanisius, 2007), h. 19.

Antioksidan berhubungan dengan penghambatan radikal bebas yang bisa masuk ke tubuh manusia dengan cara memperlambat oksidasi.¹¹ Antioksidan bisa berbentuk antioksidan enzimatis contohnya superoksida dimutase (SOD), katalase, dan glutathion peroksidase. Selain antioksidan enzimatis, terdapat antioksidan non-enzimatis contohnya vitamin A, C, E, β -karoten, isoflavin, antosianin, flavonoid, katekin, dan isokatekin.¹²

Antioksidan yang berasal dari luar tubuh atau non-enzimatis bisa didapatkan dalam bentuk alami atau sintesis. Ada beberapa macam antioksidan sintesis contohnya buthylated hydroxytoluene (BHT), buthylated hidroksianisol (BHA), dan ters-butylhydroquinone (TBHQ). Antioksidan sintesis tersebut secara efektif dapat memperlambat terjadinya oksidasi. Sifat karsinogenik yang dimiliki antioksidan sintesis dalam jangka panjang bisa berubah menjadi racun pada tubuh, sehingga antioksidan alami sangat dibutuhkan karena lebih aman.¹³

Senyawa antioksidan alami yang tinggi dimiliki oleh buah-buahan. Antioksidan alami lebih aman untuk dikonsumsi, selain itu juga bisa membantu meningkatkan kesehatan tubuh, dibandingkan dengan antioksidan sintesis. Senyawa antioksidan yang dihasilkan oleh tubuh seperti vitamin C, karote, vitamin E, flavonoid, dan golongan fenol terutama polifenol memiliki potensi yang dapat mengurangi resiko penyakit degeneratif.¹⁴

¹¹ Marmi, Gizi dalam Kesehatan Reproduksi, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2013), h.117-118.

¹² Hery Winarsi, Antioksidan Alami dan Radikal Bebas, h. 21.

¹³ Lei Jin et al., "Phenolic compounds and antioxidant activity of bulb extracts of six *Lilium* species native to China", Vol. 17 (2012) <https://doi.org/10.3390/molecules17089361>.h.9362.

¹⁴ Novi Febrianti et al., "Perbandingan Aktivitas Antioksidan Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.)", 2016.h.1218.

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang mempunyai kekayaan sumber daya alam yang sangat banyak. Buah-buahan tropis merupakan salah satu sumber daya alam yang dimiliki oleh Indonesia. Buah tropis itu biasanya ditanam sendiri atau ditanam di perkebunan khusus (suatu perusahaan agrobisnis). Jambu kristal adalah jenis buah-buahan tropis lokal yang sering dikonsumsi oleh masyarakat karena mudah didapatkan, baik dijual dipasaran atau ditanam langsung.¹⁵

Buah tropis yang berada di Indonesia salah satunya adalah buah jambu kristal. Jambu kristal adalah spesies *Psidium guajava* L. yang merupakan varietas baru mulai tahun 1998, merupakan hasil bantuan transfer teknologi Taiwan untuk negara Indonesia untuk memproduksi macam-macam hasil rekayasa genetika. Jambu kristal mempunyai banyak ciri-ciri, yakni mempunyai rasa buah yang manis, kadar kemanisannya 11–12° briks, mempunyai fisiologi buah yang bulat agak gepeng, bahkan biasanya mempunyai bentuk yang tidak simetris, buah jambu kristal mempunyai biji kurang dari 3% dari permukaan pada buah jambu kristal terdapat tonjolan yang tidak merata, berat buah jambu kristal kurang lebih 100–500 gr/buah, buah jambu kristal memiliki kulit buah berwarna hijau muda, namun daging buahnya berwarna putih, buah jambu kristal memiliki tekstur yang sangat renyah seperti buah peer. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, membuat buah jambu biji tersebut istimewa dibandingkan dengan varietas jambu biji lainnya.¹⁶

¹⁵Ibid.h.1217.

¹⁶Nita T R I Damayanti, *Loc.Cit.h.1.*

Selain itu, tekstur daging buah pada jambu kristal renyah saat hampir matang dan empuk saat puncak kematangan.¹⁷

Buah jambu kristal memiliki banyak kandungan vitamin C, vitamin A, serat pangan, polifenol, asam lemak tak jenuh, karotenoid, omega 3 dan omega 6. Buah jambu kristal memiliki kandungan vitamin C tertinggi dibandingkan buah-buahan lainnya seperti buah pepaya, stroberi, melon, kiwi, dan buah jeruk. Buah jambu kristal memiliki kandungan vitamin C sebanyak 183 mg per 100 gram buah.¹⁸ Vitamin C adalah salah satu zat gizi yang mempunyai peran penting sebagai sumber antioksidan efektif atau bisa mengurangi radikal bebas yang bisa merusak sel atau jaringan tubuh, dan dapat menjaga lensa dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radiasi. Senyawa vitamin C memiliki bentuk seperti kristal putih. Vitamin C merupakan sebuah asam organik dan tergolong asam, tetapi tidak menghasilkan bau dalam larutan. Proses oksidasi oleh oksigen dari udara atau suhu dapat menyebabkan vitamin C mudah rusak, namun akan lebih stabil jika vitamin C terdapat dalam bentuk kristal.¹⁹

Keunggulan lain yang dimiliki jambu kristal yaitu mempunyai kandungan vitamin C yang tinggi terdapat pada daging buah yang sudah matang. Vitamin C

¹⁷Ibid.h.2.

¹⁸Dwi Dian Novita et al., "Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Gliserol terhadap Perubahan Fisik dan Kandungan Kimia Buah Jambu Biji Varietas 'KRISTAL' Selama Penyimpanan", Vol. 5 (2016).

¹⁹ Septipianus Arung Padang, 'Penetapan Kadar Vitamin Pada Buah Jambu Merah (*Psidium Guajava* L.) Dengan Metode Titrasi NA-2,6 Dichlorophenol Indophenol (DCIP)', Universitas Nusantara PGRI Kediri, Vol.1 (2). (2017),.

ini merupakan antioksidan yang baik untuk tubuh sebagai penangkal radikal bebas.²⁰

Penelitian ini berfokus pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.) yang terdapat di perusahaan agrobisnis yaitu PT NTF(*Nusantara Tropical Farm*) yang terletak di Lampung Timur dengan metode DPPH. Berdasarkan uraian diatas, peneliti ingin melakukan percobaan menggunakan tanaman atau buah jambu kristal karena belum adanya penelitian aktivitas antiosidan pada buah tersebut.

C. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyakit degeneratif disebabkan oleh radikal bebas.
2. Radikal bebas yang terbentuk secara terus-menerus.
3. Antioksidan sintetis kurang baik bila dikonsumsi dalam jangka waktu yang panjang.
4. Belum adanya penelitian tentang aktivitas antioksidan pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.).

D. Batasan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah diatas, batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.).

²⁰ Muhamad Raihan Aufa, Wendry Setiyadi Putranto, and Roostita L Balia, 'Pengaruh Penambahan Konsentrasi Jus Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava* L.) Terhadap Kadar Asam Laktat, Vitamin C, Dan Akseptabilitas Set Yogurt', Vol1(1). (2020), h.9.

2. Penelitian ini berfokus pada aktivitas antioksidan yang di uji menggunakan metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*).

E. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana aktivitas antioksidan pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.) yang di uji menggunakan metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*)?

F. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Untuk mengetahui aktivitas antioksidan pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.) menggunakan metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*).

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ii adalah sebagai berikut:

1. Bagi guru atau pendidik, sebagai informasi tentang uji antioksidan pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.).
2. Bagi masyarakat yaitu bisa menjadi alternatif lain dalam pengembangan obat-obatan alami yang dapat mencegah penyakit degeneratif yang disebabkan oleh radikal bebas.
3. Bagi peneliti lainnya, dapat digunakan sebagai sumber dan pertimbangan untuk mengembangkan lebih dalam tentang uji antioksidan pada buah jambu kristal.
4. Bagi peneliti, sebagai bahan untuk menyelesaikan tugas akhir di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat mendonorkan elektron atau reduktan. Berat molekul dari senyawa antioksidan ini cukup kecil, tetapi dapat menginaktivkan perkembangan reaksi oksidasi dengan menghambat terbentuknya radikal bebas. Senyawa antioksidan juga mampu menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul-molekul yang bersifat reaktif.²¹

Radikal bebas adalah sebuah molekul, atom atau sekelompok atom yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak memiliki pasangan pada garis orbital terluarnya. Reaktifitas radikal bebas yang sangat tinggi, dapat bereaksi dengan lipid, protein, karbohidrat, asam deoksiribo nukleat (DNA) sehingga dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi sel.²²

Berbagai macam keadaan patologik seperti penyakit karsinogenesis, proses inflamasi serta penyakit degeneratif seperti penyakit jantung, diabetes, kanker, dan penuaan dini merupakan keadaan yang disebabkan oleh aktivitas antioksidan.²³

Senyawa antioksidan juga mampu menghambat kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas dengan menetralkannya melalui beberapa cara seperti

²¹ Hery Winarsi, *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas* (Yogyakarta: Kanisius, 2007).h.20.

²² Merr Et et al., "Aktivitas Antioksidan Daun Jambu Air (*Syzygium samarangense* (BL) Merr Et. Perry) Serta Optimasi Suhu dan Lama Penyeduhan", Vol. 2 (2018).h.18.

²³ Ibid.h.1.

mendonorkan atau menerima elektron untuk menghilangkan elektron yang tidak memiliki pasangan pada radikal bebas. Fungsi lain dari senyawa antioksidan yaitu dapat digunakan sebagai pengawet dalam bahan makanan dengan menghambat oksidasi minyak atau lemak. Senyawa antioksidan dalam biologi memiliki peran sebagai penghambat radikal bebas dalam tubuh sehingga mampu mencegah kerusakan oksidatif yang disebabkan radikal bebas.²⁴

Penegertian antioksidan secara umum yaitu senyawa yang mampu menghambat atau mencegah proses oksidasi. Jika bereaksi dengan radikal bebas, antioksidan mampu menghambat laju oksidasi. Tumbuhan secara alami dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan. Antioksidan dapat ditemukan pada beberapa jenis sayuran dan buah-buahan. Adanya senyawa antioksidan mampu membantu menjaga tubuh dari radikal bebas serta mengurangi terjadinya berbagai penyakit. Selain antioksidan, tubuh juga harus tercukupi oleh nutrisi dan mineral seperti serat, kalium, magnesium, karbohidrat, protein, lemak, besi vitamin, kalsium, fosfor sebagai pemeliharaan fungsi tubuh.²⁵

Senyawa antioksidan juga bisa digunakan untuk melindungi bahan makanan, dengan memperlambat kerusakan, ketengikan, dan perubahan warna yang terjadi karena proses oksidasi. Antioksidan juga dapat menjadi pendonor hidrogen atau bisa bertindak sebagai akseptor radikal bebas yang dapat menunda tahap inisiasi pada proses pembentukan radikal bebas. Adanya antioksidan alami (seperti senyawa fenolik) ataupun antioksidan sintetis mampu menghambat proses

²⁴Ibid.h.18.

²⁵Sri Pratiwi Arintonang, *Loc.Cit.*h.58.

oksidasi lipid, mencegah kerusakan, perubahan komponen organik dalam bahan makanan sehingga mampu memperpanjang umur simpan.²⁶

Pengertian lain dari antioksidan adalah substansi yang dibutuhkan untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas melalui donor elektron yang dimiliki radikal bebas dan menghambat terjadinya reaksi yang terus menerus dalam pembentukan radikal bebas yang bisa menyebabkan stress oksidatif. Antioksidan bisa dihasilkan dari makanan yang mengandung banyak vitamin C, vitamin E, dan beta karoten atau senyawa fenolik. Cara kerja antioksidan yang berasal dari tumbuhan untuk menghalangi kerusakan oksidatif dengan cara menjadi kelat dengan senyawa katalik, dan menangkap oksigen.²⁷

Antioksidan mendonorkan satu atau lebih elektron untuk senyawa oksidan, dan mengubahnya menjadi senyawa yang stabil. Antioksidan mampu mengurangi radikal bebas pada tubuh sehingga tidak mampu menginduksi suatu penyakit.²⁸

Dampak negatif oksidan pada tubuh dapat dicegah oleh senyawa antioksidan. Berdasarkan sumbernya antioksidan endogen dibagi menjadi 2 golongan yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintesis. Bahan yang digunakan untuk pembuatan antioksidan sintesis seperti butil hidroksil anisol (BHA), butil hidroksil toluene (BHT), tert-butil hidroksil quinon (TBHQ) dan propil galat dapat

²⁶Stevi G Dungir, Dewa G Katja, and Vanda S Kamu, 'Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik Dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana* L .)', vol(1) (2012).h.19.

²⁷Julia Elsa Lakoro and others, 'Uji Aktivitas Antioksidan Dan Penentuan Total Kandungan Fenolik Ekstrak Etanol Daun Nanamuha (*Bridelia Monoica* Merr)', *Jurnal Ilmiah Farmasi*, vol. 9(1). (2020).h.180.

²⁸Eka Pratiwi Mokoginta and others, 'Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Aktivitas Penangkal Radikal Bebas Ekstrak Metanol Kulit Biji Pinang Yaki (*Areca Vestitaria* Giseke)', vol.2 (2013).h.110.

menyebabkan tingginya resiko penyakit kanker. Untuk menghambat suatu penyakit, maka konsumsi antioksidan alami harus ditingkatkan karena antioksidan alami relatif aman. Antioksidan alami bisa berasal dari vitamin C, vitamin A, vitamin E, karotenoid, senyawa fenolik dan polifenolik seperti golongan flavonoid. Senyawa antioksidan alami biasanya terdapat pada daun, bunga, buah, sayur, dan bagian tanaman lainnya.²⁹

Antioksidan sangat berperan penting dalam menetralkan dan menghancurkan radikal bebas yang bisa menimbulkan kerusakan pada sel dan kerusakan biomolekul, seperti DNA, protein, dan lipoprotein pada tubuh yang bisa menyebabkan penyakit degeneratif, seperti kanker, jantung, artritis, katarak, diabetes dan hati.³⁰

Donor proton yang diberikan oleh antioksidan terhadap radikal bebas DPPH menyebabkan DPPH direduksi menjadi stabil dan menyebabkan perubahan warna dari warna ungu menjadi warna kuning dan persen penangkapan radikal bebasnya dihitung pada panjang gelombang 517 nm.³¹

Penyakit yang menyerang manusia hampir sebagian besar diawali dengan proses oksidasi berlebihan yang terjadi di dalam tubuh. Perlu kita sadari bahwa oksigen merupakan sesuatu yang paradoksial dalam kehidupan. Reaksi oksidasi terjadi setiap saat dalam tubuh, pada saat bernafas pun akan terjadi proses oksidasi, hal ini akan menyebabkan radikal bebas yang sangat aktif yang dapat

²⁹Ni Made et al., "Potensi Ekstrak Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Sebagai Antioksidan Alami", Vol. 10 (2016).h.163.

³⁰Nina Salamah and Erlinda Widyasari, 'Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kelengkeng (*Euphoria Longan* (L.) Steud.) Dengan Metode Penangkapan Radikal 2, 2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl', 5.1 (2015).h.26.

³¹Ibid.h.26.

merusak struktur dan fungsi sel. Namun, radikal bebas yang sangat aktif itu dapat di cegah dengan sistem yang disebut antioksidan yang melengkapi sistem kekebalan tubuh pada manusia.³²

Penggunaan senyawa antioksidan pada akhir-akhir ini sangat berkembang pesat, baik digunakan sebagai makanan ataupun pengobatan. Penggunaan sebagai obat makin berkembang seiring dengan makin bertambahnya pengetahuan tentang aktifitas radikal bebas terhadap beberapa penyakit degeneratif seperti penyakit jantung dan kanker.³³

Sumber antioksidan alami yang berasal dari bahan pangan, contohnya teh, tumbuhan, coklat, dedaunan, rempah-rempah, biji-bijian, sayur-sayuran, enzim dan protein. Tumbuhan mendominasi adanya sumber antioksidan alami yang biasanya mengandung senyawa fenolik yang terdapat pada seluruh bagian tumbuhan.³⁴

Tubuh membutuhkan bahan baku obat tradisional yang berasal dari luar tubuh untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas yang dapat dijadikan donor elektron untuk radikal bebas sehingga mampu mencegah terjadinya reaksi berantai.³⁵

Produk pangan yang kaya akan antioksidan pada saat ini semakin banyak beredar. Senyawa antioksidan yang terkandung dalam bahan pangan ini dapat

³²Saeiful Amin and Latar Belakang, 'Uji Aktivitas Antioksidan Umbi Bawang Lanang (*Allium Sativum*) Terhadap Radikal Bebas DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil)', ISSN: 978-602-72 (2018).h.224.

³³Endang Hanani, Abdul Mun, and Ryany Sekarini, 'Identifikasi Senyawa Antioksidan Dari Kepulauan Seribu', vol.(3).(2005).h.127.

³⁴Ismail, Jefriyanto, max R. Jruntuwene, Feti Fatimah, 'Penentuan Total Fenolik Dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Biji Dan Kulit Buah Pinang Yaki (*Areca Vestiararia Giseke*)', *Jurnal Ilmiah Sains*, vol.12(2). (2012).h.84.

³⁵Julia Elsa Lakoro et al., *Loc.Cit.*h.180.

mengurangi radikal bebas yang menimbulkan pertumbuhan sel kanker dan beberapa penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas.³⁶

Sifat antioksidan yang digunakan untuk melindungi bahan pangan mempunyai sifat tak jenuh atau memiliki ikatan rangkap terutama minyak dan lemak. Enzim superoksida dimutase merupakan contoh antioksidan primer dalam tubuh yang sangat terkenal. Keberadaan enzim ini sangat berguna karena mampu melindungi rusaknya sel dalam tubuh dari serangan radikal bebas. Penangkapan radikal bebas untuk mencegah terjadinya reaksi berantai yang menyebabkan kerusakan lebih banyak merupakan salah satu fungsi dari antioksidan sekunder. Sel-sel dan jaringan tubuh yang rusak karena serangan radikal bebas dapat diperbaiki oleh senyawa antioksidan tersier, hal tersebut merupakan salah satu fungsi dari antioksidan tersier. Vitamin C yang merupakan antioksidan oxygen scavenger dapat mengikat oksigen sehingga tidak terjadi reaksi oksidasi.³⁷

Penangkapan radikal bebas dengan cara menghambat proses oksidasi ini merupakan penertian dari antioksidan. Tumbuhan mengandung senyawa antioksidan alami contohnya senyawa fenolik atau polifenolik yang termasuk golongan flavonoid, kumari, tokoferol, turunan asam sinamat, serta asam-asam polifungsional.³⁸

Berdasarkan golongannya antioksidan dibagi menjadi 3 kelompok. Menurut cara kerjanya, yaitu antioksidan primer, sekunder, dan tersier.

³⁶A. Muanisa, 'Analisis Kadar Likopen Dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Tomat Asal Sulawesi Selatan', *Jurnal Bionature*, vol.13(1),(2012).h.62.

³⁷Sri Pratiwi Aritonang, *Loc.Cit.*h.58.

³⁸Henny Nurhasnawati, Fitri Handayani, and Akademi Farmasi Samarinda, 'Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium Malaccense* L .)', vol 3(1). (2017).h.91.

a. Antioksidan Primer (Endogenus)

Antioksidan enzimatis dapat disebut juga sebagai antioksidan primer. Antioksidan enzimatis merupakan senyawa yang bekerja dengan cara menghambat proses pembentukan radikal bebas yang baru, atau mengubah radikal bebas yang telah terbentuk menjadi radikal bebas yang bersifat kurang reaktif. Antioksidan enzimatis berupa enzim super oksida dimutase atau SOD, enzim katalase, enzim glutathion peroksidase atau GSH-PX, dan glutathion peroksidase atau GSH-PX. Cara kerja enzim tersebut yaitu dengan menjaga jaringan dari kerusakan oksidatif yang dipicu oleh radikal bebas oksigen seperti anion super oksida, hidroksil, dan hidrogen perioksida.³⁹

b. Antioksidan Sekunder (Eksogenus)

Antioksidan non-enzimatis biasanya disebut dengan antioksidan sekunder. Pada sayuran dan buah-buahan dapat ditemukan antioksidan non-enzimatis. Komponen dalam sayuran atau buah-buahan yang bersifat antioksidan contohnya vitamin C, vitamin E, betakaroten, flavonoid, isoflavon, dan isokatekin. Antioksidan non-enzimatis bekerja dengan cara memutuskan reaksi oksidasi berantai dalam senyawa radikal bebas, yang dapat menyebabkan radikal bebas tidak bisa bereaksi dengan komponen seluler.

c. Antioksidan tersier

Golongan antioksidan tersier contohnya metionin sulfoksida reduktase dan sistem enzim DNA-Repair. Enzim tersebut memiliki fungsi sebagai perbaikan biomolekuler yang hancur akibat reaktivitas radikal bebas. Ciri-ciri kerusakan

³⁹Hery Winarsi, *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas* (Yogyakarta: Kanisius, 2007).h. 79-81.

yang terinduksi senyawa radikal bebas terlihat dari rusaknya single dan double strand dari gugus basa atau non-basa.

Antioksidan berfungsi sebagai penetral radikal bebas sehingga tubuh terlindungi dari penyakit degeneratif.⁴⁰ Contoh antioksidan alami adalah vitamin A, C, E, B2, karotenoid, Zn, prekursor vitamin A, selenium, protein, ambiogen, fenol, polifenol, tanin, dan isoflavon. Kandungan antioksidan sekunder yang digunakan memiliki batas 0,02% dari kandungan lemak atau minyak. Sedangkan antioksidan sintesis meliputi butylated hydroksyanisol, ter-butilasi hidroksi toluna, butylhydroquinone tersier, dan propil galat.⁴¹

Konsumsi jus pada buah-buahan semakin meningkat karena jus mengandung antioksidan yang dilaporkan dapat memberi manfaat bagi kesehatan. Berdasarkan Kaedah Folin-Ciocalteu telah digunakan untuk menentukan jumlah kandungan fenolik, jika asai FRAP dan DPPH telah digunakan untuk menilai aktivitas antioksidan pada jus buah-buahan.⁴²

Salah satu faktor penting pada perkembangan penyakit kronis adalah stres oksidatif. Stres oksidatif dapat dikurangi dengan meningkatkan potensi antioksidan dalam tubuh dan mencegah atau memperbaiki kondisi penyakit. Antioksidan yang umum dalam nutrisi makanan adalah vitamin A, C, dan karoten.

⁴⁰ Erik Tapan, Kanker, Antioksidan, dan Terapi Komplementer, (Jakarta: PT Gramedia, 2005), h.103.

⁴¹ Sri Pratiwi Arintonang, *Loc. Cit.* h.58.

⁴² Khaw Hui Wwrn, Hasan Haron, Chan Boon Keng, 'Comparison of Total Phenolic Contents (TPC) and Antioxidant Activities of Fresh Fruit Juices , Commercial 100 % Fruit Juices and Fruit Drinks', vol.45(9). (2016).h.1319.

Tetapi, vitamin lain seperti vitamin K, d, niacin, pyrioxine, dan riboflavin juga mempunyai antioksidan yang kadang enggan dipertimbangkan.⁴³

A. Jenis-Jenis Senyawa Antioksidan

1) Vitamin C

Vitamin C merupakan nutrisi yang larut pada air dan termasuk senyawa organik yang harus ada pada diet dengan jumlah tertentu guna mempertahankan kekuatan dan metabolisme tubuh yang normal. Nama ilmiah vitamin C berdasarkan bentuknya adalah asam askorbat. D-glukosa dan D-galaktosa mensintesis vitamin C pada tumbuh-tumbuhan serta sebagian dari hewan. Vitamin C cukup stabil dalam keadaan kering, namun dalam keadaan larut vitamin C gampang rusak karena proses oksidasi jika terkena panas. Vitamin C termasuk golongan antioksidan karena sangat mudah teroksidasi oleh panas, cahaya, dan juga logam.⁴⁴

2) Flavonoid

Senyawa flavonoid adalah senyawa polifenol yang bersifat kimia. senyawa fenol mudah larut dalam basa dan agak asam karena senyawa ini termasuk senyawa polihidroksi yang memiliki sifat polar sehingga mudah larut dalam pelarut metanol, etanol, aseton, air, butanol, dimetil formamida, dan dimetil sulfoksida. Gugus flavonoid yang mengikat gugus glikosida dapat menyebabkan senyawa flavon mudah larut dalam air.⁴⁵

⁴³Olorunnisola Olubukola Sinbad, Ajayi Ayodeji Folorunsho, and Okeleji Lateef Olabisi, 'Vitamins as Antioxidants', vol 2(3), (2019) .h.215.

⁴⁴ David Pakaya, 'Peranan Vitamin C Pada Kulit', Vol 1(2) (2014), h.46.

⁴⁵ Ibid.h.25

2. Radikal Bebas

Atom atau molekul elektron yang tidak memiliki pasangan yang membuat sifatnya tidak stabil merupakan pengertian dari radikal bebas. Hal tersebut terjadi karena radikal bebas tidak mempunyai satu elektron atau lebih yang tidak berpasangan pada garis orbital. Elektron yang dimiliki radikal bebas sangat aktif sehingga mampu bereaksi dengan protein, lemak, karbohidrat, ataupun DNA yang dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi sel. Radikal bebas yang sudah terbentuk dalam tubuh dapat menyebabkan reaksi berantai dan bisa menghasilkan radikal bebas yang baru. Reaksi ini akan berakhir jika terdapat molekul yang mendonorkan elektron yang dibutuhkan oleh radikal bebas atau dua buah gugus radikal bebas membentuk ikatan non-radikal.⁴⁶

Radikal bebas dapat ditemukan pada lingkungan seperti pada logam contohnya besi atau tembaga, asap rokok, obat, makanan kemasan, dan masih banyak yang lainnya.⁴⁷ Salah satu faktor yang dapat menyebabkan kanker dan penyakit degeneratif adalah radikal bebas. Penyakit tersebut dapat dihindari jika tubuh mempunyai peredam penangkap radikal bebas⁴⁸

Radikal bebas mampu menarik elektron dari senyawa lain karena tidak memiliki pasangan elektron dalam garis orbitalnya sehingga bisa membentuk

⁴⁶Kartika, 'Profil Kimiawi Dari Formulasi Ekstrak Meniran, Kunyit, Dan Temulawak Berdasarkan Aktivitas Antioksidan Terbaik', *Skripsi*, 2010.h.14.

⁴⁷Julia Elsa Lakoro et al., *Loc.Cit*.h.180.

⁴⁸Nina Salamah dan Erlinda Widyasari, *Loc.Cit*.h.26.

radikal bebas yang bisa merusak molekul besar yang membentuk sel seperti protein, lemak, karbohidrat, dan DNA.⁴⁹

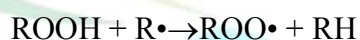
Radikal bebas merupakan atom atau gugus yang memiliki satu atau lebih elektron tidak memiliki pasangan. Radikal bebas dapat ditemui pada lingkungan, dalam logam, asap rokok, obat, makanan kemasan, bahan aditif, dan lain-lain.⁵⁰

Asam lemak tak jenuh ganda yang terdapat didalam tubuh dapat dirusak oleh radikal bebas. Hal ini menyebabkan dinding sel menjadi rapuh. Kereaktifan senyawa oksigen ini juga dapat merusak pembuluh darah bagian dalam sehingga pengendapan kolestrok akan meningkat dan menyebabkan arterosklerosis, merusak basa DNA sehingga sistem informasi genetik akan hancur, dan terjadilah pembentukan sel kanker.⁵¹

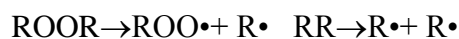
Ada 3 tahapan reaksi mekanisme pembentukan senyawa radikal bebas yaitu:⁵²

a. Inisiasi : $R\cdot + H_2O \rightarrow RH + OH$

b. Propagasi: $ROO\cdot \rightarrow R\cdot + O_2$



c. Terminasi: $ROOR + O_2 \rightarrow ROO\cdot + ROO\cdot$



Radikal bebas bisa berasal dari dalam atau luar tubuh.⁵³

⁴⁹Alfredo Yeheskel Kaligis, Adithya Yudistira, and Henki Rotinsulu, 'Uji Aktivitas Antioksidan Alga Halimeda Opuntia Dengan Metode DPPH [1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil]', Vol. 9(1) (2020).h.2.

⁵⁰Stevi G Dungir et al., *Loc.Cit.*h.11.

⁵¹Hery Winarsi, *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas* (Yogyakarta: Kanisius, 2007).h.17.

⁵²Dewi, "Uji Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) Sebagai Pangan Fungsional Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli*", 2012.h.4.

⁵³Erik Tapan, *Kanker, Antioksidan, dan Terapi Komplementer*, hlm. 116-117.

- a. Radikal bebas yang berasal dari dalam tubuh, yaitu: oksidasi yang berlebihan, kegiatan olahraga yang berlebihan, stres berat, dan peradangan yang disebabkan oleh penyakit kronis atau kanker.
- b. Radikal bebas yang berasal dari luar tubuh, yaitu : paparan asap rokok, pencemaran udara dan lingkungan, radiasi kosmis atau matahari, radiasi penyinaran, mengonsumsi obat termasuk kemoterapi, pestisida dan bahan kimia.

3. Sejarah Jambu Kristal (*Psidium guajava* L.)

Tanaman jambu biji bukan merupakan tanaman asli Indonesia. Tanaman jambu biji ini ditemukan pertama kali di Brazil, Amerika Tengah. Penemu tanaman ini adalah Nikolai Ivanovich Vavilov ketika sedang mengunjungi berbagai negara (1887-1942) yaitu Afrika, Asia, Eropa, Amerika Selatan, dan Uni. Nama latin dari jambu biji adalah *Psidium guajava*. Dalam bahasa Yunani kuno *Psidium* berarti delima, sedangkan *guajava* yang berasal dari bahasa Spanyol *Guabaya* yang berarti sebutan orang Spanyol pada pohon jambu biji.⁵⁴

Pada tahun 1998 misi Teknik Taiwan memperkenalkan jambu biji kristal di Indonesia. Jambu kristal memiliki 3% biji pada daging buahnya dikatakan hampir tidak memiliki biji namun ada dengan jumlah yang sangat sedikit. Jambu Bangkok merupakan tanaman mutasi yang menghasilkan buah jambu biji kristal. Penemu tanaman ini adalah XI-Yao Lai dan Jiang-Ming Dong merupakan petani yang berasal dari Yanvhao District, Kaohsiung, Taiwan pada tahun 1991. 4 sentra hortikultura yang terkenal di Taiwan adalah Kaohsiung. Nama lain jambu kristal

⁵⁴Nita T R I Damayanti, *Loc.Cit.h.2.*

pada Negeri Farmosa adalah shuijing ba dan shui-jing memiliki makna kristal. Taiwan merupakan tempat yang pertama kali diperkenalkan dengan jambu kristal. Keunikan yang dimiliki jambu kristal karena memiliki jumlah biji yang sedikit dan daging buah yang renyah dan sangat banyak membuat pasar merespon positif buah jambu ini.⁵⁵

Pada tahun 1998 buah jambu kristal masuk ke Indonesia melalui Misi Teknik Taiwan. Misi teknik pertanian dikirimkan oleh Pemerintah Taiwan sebagai bentuk diplomasi Taiwan dengan Indonesia dalam program International Cooperation and Development Fund (ICDF). Pada tahun 2006 daerah Mojokerto, Jawa Timur merupakan tempat yang pertama kali dilakukannya pengembangan buah jambu kristal oleh Misi Teknik Taiwan bersama Dinas Pertanian Mojokerto dengan jumlah populasi sebanyak 1500 tanaman dari banyaknya bibit cangkakan. Mutiara Tani Taiwan merupakan salah satu kelompok tani yang berada di sekitar Mojokerto yang mendapatkan beberapa pohon dari 1000 pohon yang akan dibagikan. Jambu ini memiliki hasil yang sangat memuaskan karena mudah beradaptasi. Jambu kristal bisa tumbuh dengan baik pada ketinggian 58 meter dpl di Desa Tumapel. Pada Desa Pacet yang berada di Mojokerto buah jambu kristal dapat tumbuh dengan baik meskipun berada di ketinggian 800 meter dpl. Hal yang disayangkan adalah pematangan buah pada dataran tinggi membutuhkan waktu yang lebih lama. Pematangan buah pada dataran rendah hanya membutuhkan waktu 2,5-3 bulan setelah bunga mekar, tetapi pada dataran tinggi pematangannya mencapai 4-5 bulan. Pada tahun 2008 kerjasama ini berhenti

⁵⁵Ibid.h.4.

karena terbatasnya pendistribusian jambu kristal dalam wilayah Mojokerto atau diluar Mojokerto. Hal tersebut membuat pemasarannya tidak berkembang dengan baik karena kurangnya antusias dari masyarakat dengan buah jambu kristal. Serangan hama kutu putih dan lalat buah merupakan salah satu alasan yang mengancam kebun peninggalan Misi Teknik Taiwan itu.⁵⁶

Misi Teknik Taiwan dan Institut Pertanian Bogor melanjutkan kerjasama setelah dari Mojokerto. Tahun 1998 daerah Bogor Jawa Barat dijadikan tempat percobaan penanaman yang sampai saat ini masih menjadi kebun tanaman buah dan sayuran ICDF. Menurut Ibu Fitriana selaku staf Kantor ICDF yang telah diwawancarai menyatakan bahwa perkebunan tanaman hortikultura tersebut sepenuhnya sudah menjadi milik IPB dari tahun 2014 silam. Popularitas dan produksi tanaman ini semakin meningkat semenjak diperkenalkan di Bogor. Dr Ir Anas Dinurrohman Susila, M. Si yang merupakan staf pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB sekaligus konsultan Misi Teknik Taiwan mengatakan budidaya jambu kristal terus menyebar sejak tahun 2007.⁵⁷

Jambu kristal merupakan tumbuhan dengan batang berkayu, bercabang, mengelupas, dan berwarna coklat, memiliki kulit batang yang licin. Daunnya berwarna hijau dan tunggal, ujung daun tumpul, pangkal bulat, tepi berhadapan rata, pertulangan daun menyirip dengan warna hijau kekuningan. Bunganya terdapat pada ketiak daun termasuk bunga tunggal, memiliki tangkai, bentuk kelopaknya corong. Mahkota bunganya berbentuk seperti bulat telur, benang sarinya berwarna putih atau kekuningan dengan tekstur pipih. Jambu ini

⁵⁶Ibid.h.4.

⁵⁷Ibid.h.4.

memiliki biji yang kecil dan keras. Jambu kristal adalah anggota keluarga dari *Myrtaceae*. Genus *psidium* mempunyai sekita 150 spesies, namun *Psidium guajava* L. merupakan buah yang paling banyak pada genus ini.⁵⁸

Klasifikasi dari tanaman jambu kristal adalah sebagai berikut:⁵⁹

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Sub Kingdom	: <i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)
Super Devisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Devisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (dikotil/berkeping dua)
Sub Kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Myrtales</i>
Famili	: <i>Mirtaceae</i>
Genus	: <i>Psidium</i>
Spesies	: <i>Psidium guajava</i> L.

Kandungan biji yang dimiliki buah jambu kristal hanya 3% dari bagian buahnya. Buahnya sangat renyah dan hampir tidak memiliki biji. Permukaan buahnya tidak rata karna terdapat tonjolan. Beratnya mencapai 250-500 gram per buah. Kulitnya berwarna hijau muda dan daging buahnya berwarna putih. Kadar kemanisa yang dimiliki jambu kristal sekitar 11-12° brik, dan mengandung banyak air. Jambu kristal dapat bertahan dalam penyimpanan jangka panjang jika

⁵⁸Ibid.h.5.

⁵⁹Ibid.h.5.

disimpan dengan busa jaring dan penutup plastik sampai 1 bulan pada suhu 5-7 °C.⁶⁰

Pada usia 7 bulan, jambu kristal mampu menghasilkan 5-7 buah per pohon dengan berat 300 gram per buahnya. Jambu kristal usia 2 tahun sekali buah bisa mencapai 15-30 buah perpohonnya dengan pencapaian produksi sebanyak 70-80 kg per pohon selama setengah tahun. Tanaman ini selalu berbuah sepanjang tahun. Panen raya dalam setiap tahun dilakukan sebanyak 2 kali pada bulan Desember-Maret dan bulan Juni-September. Namun, petani dapat mengatur sendiri panen raya dengan mengatur pemangkasan. Perawatan yang baik bisa membuat jambu kristal berumur 10-20 tahun. Warna daging buah yang bening keputihan dan bentuk yang berlekuk mirip bentuk kristal membuat jambu biji ini disebut sebagai jambu kristal. Hal ini dikatakan oleh Chiu Wen Chi sebagai ahli jambu kristal dari Misi Teknik Taiwan.⁶¹



Gambar 2.1 Fisiologi Buah Jambu Kristal (*Psidium guajava* L.)⁶²

Jambu kristal disebut juga tanaman tropis dan bisa hidup didaerah sub tropis dengan curah hujan 1000-2000 mm per tahun dan merata sepanjang tahun. Mampu berkembang biak dengan optimal pada suhu 22-28 °C di siang hari.

⁶⁰Ibid.h.5.

⁶¹Ibid.h.6.

⁶²Ibid.h.6.

sekitar 22–28 °C di siang hari. Jambu kristal tidak bisa hidup pada semua jenis tanah. Tanah yang disukai jambu biji adalah tanah yang banyak mengandung nitrogen dan bahan organik serta tanah yang subur dan gembur. Tanah yang mengandung tanah liat dan sedikit pasir merupakan tekstur tanah yang sangat baik. Tamanam ini dapat beradaptasi pada pH yang berkisar 4,5-8,2 dan tersebar di daerah tropis dengan ketinggian tempat 5-1200 m diatas permukaan laut.⁶³

Jambu kristal adalah tanaman yang mampu hidup dengan baik pada iklim tropis. Curah hujan yang dibutuhkan dalam penanaman jambu ini berkisar 1000-3800 mm/tahun. Suhu yang tepat dalam penanaman jambu kristal berkisar 15-34 °C dengan kelembaban udara 70-90%. Jika kelembaban udara rendah, berarti udara kering karena uap air sedikit. Kondisi tersebut sangat baik untuk pertumbuhan tanaman jambu kristal. Apabila udara mempunyai kelembaban yang rendah, berarti udara kering karena miskin uap air. Kondisi demikian cocok untuk pertumbuhan tanaman jambu biji kristal. Ketinggian tempat yang digunakan dalam penanaman jambu kristal adalah 50-1000 m dpl, tetapi jika lebih dari 1000 m dpl tidak cocok digunakan untuk penanaman jambu kristal. Pada tempat yang semakin tinggi, suhu akan menurun dan awan semakin rapat. Keadaan tersebut menimbulkan lambatnya pertumbuhan tanaman jambu kristal, banyak bunga yang tidak berkembang, disebabkan pertumbuhannya yang tidak menentu, dan memicu produksi buah yang akan menurun.⁶⁴

Penyinaran matahari merupakan unsur iklim lain yang mempengaruhi pertumbuhan buah jambu kristal. Sinar matahari sangat dibutuhkan dalam proses

⁶³Ibid.h.26.

⁶⁴Ibid.h.7.

fotosintesis yang digunakan saat pembentukan buah. Sehingga lokasi terbuka dengan penyinaran matahari sepanjang hari merupakan tempat penanaman yang tepat untuk tanaman jambu kristal. Sinar matahari yang kurang bisa mengakibatkan turunnya hasil panen jambu kristal. Pada penanaman jambu kristal angin sangat dibutuhkan pada proses penyerbukan, namun angin yang sangat kencang dapat menyebabkan kerontokan pada bunga. Waktu berbunga yang baik pada jambu kristal adalah bulan Juli-September karena musim kemarau, dan waktu yang baik untuk menghasilkan buah adalah bulan November-Februari karena musim hujan.⁶⁵

Jambu kristal bisa hidup dengan berbagai jenis tanah bahkan tanah yang memiliki tekstur agak keras tetapi bagian atasnya gembur untuk membebaskan perakaran agar kuat menempel tanah. Contohnya, jenis tanah grumusol yang mempunyai kandungan senyawa organik tinggi dan mampu menampung air. Jambu di tempat tersebut akan cepat tumbuh dan menghasilkan buah yang berkualitas. Jambu di kawasan itu akan cepat tumbuh subur dan mampu menghasilkan buah berkualitas baik. Kondisi lahan yang tidak tepat, dengan kandungan bahan organik yang sedikit bisa diberi beberapa perlakuan dengan menambahkan bahan organik seperti pupuk kandang yang banyak pada lubang tanaman. Tanah yang terdapat bahan organik tinggi akan lebih gembur, agak basah atau mudah menyerap air dan tidak pecah-pecah.⁶⁶

⁶⁵Ibid.h.7.

⁶⁶Ibid.h.7.

Lokasi dengan sinar matahari dan pengairan yang cukup, air lancar, tanah yang kaya bahan organik dan rata merupakan lokasi yang baik dalam penanaman jambu kristal. Hal tersebut digunakan agar tanaman tidak tergenang air maka dibuat bedengan untuk meninggikan tanaman.⁶⁷

Pengaruh yang cukup besar dalam jumlah produksi jambu disebabkan oleh penyakit dan hama. Jambu kristal sangat peka terhadap rangsangan hama dan penyakit. Ada beberapa jenis hama dan penyakit yang merusak tanaman jambu kristal diantaranya sebagai berikut:⁶⁸

1. Hama pada Jambu Kristal

- a. Lalat buah
- b. Kutu putih
- c. Kalong dan bajing, yang dipengaruhi lingkungan biotik atau abiotik.
- d. Ulat
- e. Ulat daun
- f. Ulat keket
- g. Ulat penggerek batang
- h. Ulat jengkal
- i. Semut dan tikus

2. Penyakit pada Tanaman Jambu Kristal

- a. Penyakit embun jelaga oleh cendawan *Capnodium* spp.
- b. penyakit karena ganggang
- c. penyakit karena cendawan *Rigidoporus* L.

⁶⁷Ibid.h.7.

⁶⁸Ibid.h.9-10.

d. penyakit karena jamur *Cereospora psidil*, Jamur karat *Pocinia psidil*, Jamur *Allola psidil*.

4. Metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhdrazyl*)

Metode yang telah dikembangkan guna menguji suatu aktivitas antioksidan dari bahan makanan disebut dengan metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhdrazyl*). Metode DPPH dipilih karena sangat mudah, cepat dan memiliki sensitifitas yang tinggi untuk menguji senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan tertentu atau ekstrak tanaman.⁶⁹

Spektrofotometer UV-Vis akan mengukur intensitas warna pada larutan uji menggunakan panjang gelombang 517 nm. Metode ini sangat menguntungkan karena lebih sederhana dan hanya membutuhkan waktu analisis yang sangat cepat.⁷⁰

Nilai absorbansi yang telah dihasilkan akan dihitung % inhibisinya dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

$$\text{Absorbansi blanko} = \text{Absorbansi DPPH tanpa sampel}$$

$$\text{Absorbansi sampel} = \text{Absorbansi DPPH ditambahkan sampel}$$

Kemudian, pesen inhibisi tersebut dimasukkan dalam regresi linier menggunakan persamaan $y = ax + b$

$$y = \% \text{ inhibisi}$$

$$a = \text{Gradien}$$

⁶⁹Sri Pratiwi Aritonang, *Loc.Cit.*h.63.

⁷⁰Program Studi Kimia dan Universitas Tanjungpura, *Loc.Cit.* h.51.

b = Konstanta

x = Konsentrasi ($\mu\text{g/ml}$).⁷¹

Ekstrak sampel yang berada dalam larutan DPPH akan diukur absorbansi cahayanya dan dihitung aktivitas antioksidannya dengan menghitung persen inhibisinya. Persen inhibisi adalah banyaknya aktivitas antioksidan dalam mencegah radikal bebas DPPH. IC_{50} merupakan parameter yang dapat juga digunakan dalam mengukur aktivitas antioksidan dari ekstrak sampel. Nilai IC_{50} adalah bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang dapat menghambat radikal bebas sebesar 50%. Aktivitas antioksidan yang tinggi ditunjukkan dengan semakin rendahnya nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} yang kurang dari 50 $\mu\text{g/ml}$ dapat dikatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat, dikatakan kuat jika nilai IC_{50} antara 50-100 $\mu\text{g/ml}$, dikatakan sedang jika nilai IC_{50} berkisar antara 100-150 $\mu\text{g/ml}$, dan dikatakan lemah jika nilai IC_{50} berkisar antara 150-200 $\mu\text{g/ml}$.⁷²

B. Tinjauan Pustaka

Keabsahan pembuktian pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Saeful Amin “uji aktivitas antioksidan umbi bawang lanang (*Allium sativum*) terhadap radikal bebas dpph (*1,1-difenil-2-pikrihidrazil*)”. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan secara kuantitatif bahwa etil asetat dan etanol memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena fraksi dan ekstrak tersebut bisa merendam 50% radikal bebas DPPH dengan konsentrasi kurang dari 200 ppm. Persamaan penelitian diatas dengan skripsi penulis yaitu menggunakan metode

⁷¹Maria Bintang, BIODIVERSITAS: Teknik Penelitian, (Jakarta : Erlangga, 2010), h.123.

⁷²Adeng Hudaya, ‘Uji Antioksidan Dan Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang (*Edigera elatior*) Sebagai Pangan Fungsional Terhadap *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*’, Skripsi, 2011.h.47.

DPPH untuk mengetahui aktivitas antioksidan. Perbedaan penelitian diatas terdapat pada objeknya. Penelitian diatas menggunakan umbi bawang lanang. Sedangkan subjek peneliti menggunakan jambu kristal (*Psidium guajava L.*).⁷³

Penelitian kedua dilakukan oleh Sari Afriani yang berjudul “uji aktivitas antioksidan daging buah asam paya (*Eleiodoxa conferta Burret*) dengan metode dpph dan tiosianat”. Pada penelitian tersebut menunjukan bahwa ekstrak kasar metanol buah asam paya (*Eleiodoxa conferta Burret*) mengandung plavonoid, fenolik dan saponin. Fraksi metanol mengandung plavonoid dan saponin. Kemudian, ekstrak kasar metanol buah asam paya dan fraksi metanol tergolong antioksidan amat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 26,828 µg/mL dan 12,334 µg/mL. Sedangkan metode tiosianat, aktivitas antioksidan tertinggi pada fraksi metanol sebesar 85,105%. Persamaan yang terdapat pada penelitian diatas penggunaan metode DPPH untuk mengetahui aktivitas antioksidan. Perbedaan yang terdapat pada penelitian diatas dengan peneliti adalah peneliti hanya menggunakan metode DPPH sedangkan penelitian diatas menggunakan metode DPPH dan teriosinat.⁷⁴

Penelitian ketiga dilakukan oleh Auva yang menyatakan bahwa buah jambu biji memiliki kadar vitamin C yang sangat tinggi. Jambu biji memiliki kadar vitamin C yang tinggi yaitu 86 mg/100g. Peningkatan kadar vitamin C disebabkan karena penambahan konsentrasi jus jambu biji merah maka kandungan vitamin C semakin tinggi. Keunggulan lain dalam jus jambu biji adalah tingginya vitamin C yang merupakan antioksidan alami yang banyak terdapat pada daging buah jambu

⁷³Jurusan Biologi et al., *Loc.Cit.*h.228.

⁷⁴Sari Afriani, Nora Idiawati, Lia Destiarti, Lucy Arianie. Program Studi Kimia dan Universitas Tanjungpura, *Loc.Cit.* h.55.

biji merah yang sudah matang. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menjaga tubuh dari serangan penyakit yang berkaitan dengan radikal bebas jika rutin di konsumsi.⁷⁵

B. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

H°= Buah jambu kristal mengandung antioksidan rendah.

H₁= Buah jambu kristal mengandung antioksidan tinggi.

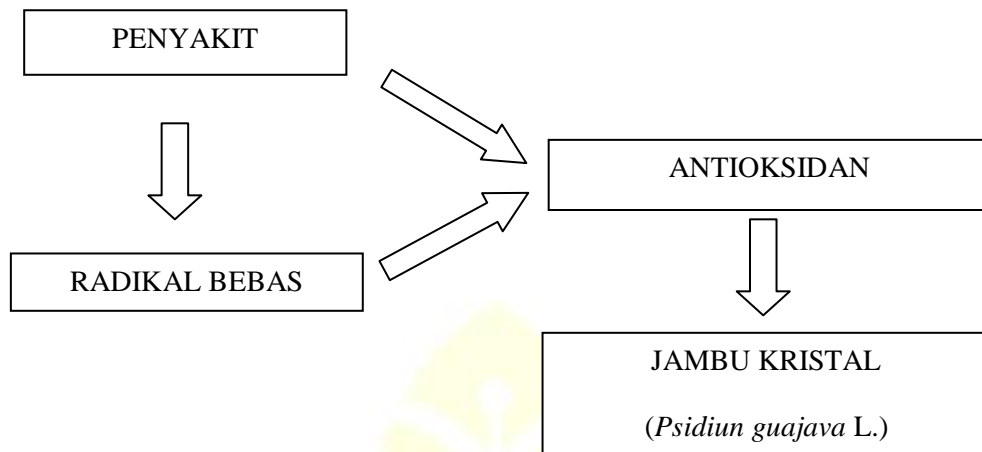
E. Kerangka Pikir

Penyakit degeneratif merupakan penyakit yang memicu kerusakan pada jaringan dan organ tubuh manusia. Proses oksidasi yang terus menerus dapat mengisiasi terjadinya penyakit degeneratif. Penyakit degeneratif biasanya disebabkan radikal bebas. Radikal bebas adalah suatu atom atau molekul yang didalamnya elektron yang tidak memiliki pasangan pada garis orbitalnya. Radikal bebas terjadi secara terus menerus dari proses metabolisme sel normal, peradangan, kekurangan gizi atau disebabkan oleh pengaruh respon dari luar tubuh. Oleh sebab itu, tubuh perlu antioksidan untuk terhindar dari radikal bebas. Senyawa antioksidan merupakan zat yang sangat penting dibutuhkan oleh tubuh untuk menagkal radikal bebas yang bisa merusak sel pada tubuh.

Antioksidan dari luar tubuh dapat diperoleh dalam bentuk antioksidan alami dan sintetis. Efek samping yang dimiliki antioksidan alami lebih sedikit jika digunakan secara terus menerus dibandingkan antioksidan sintetis. Contoh antioksidan alami adalah buah-buahan. Buah jambu kristal mempunyai berbagai

⁷⁵ Muhamad Raihan Aufa et al., *Loc.Cit.*

senyawa seperti vitamin C, E, omega 3 dan 6 yang lebih besar daripada buah lainnya, namun aktivitas antioksidannya belum diketahui. Sehingga peneliti tertarik untuk melihat aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH.



membatasi aliran gas dan uap air ke dalam dan ke luar kulit buah. Namun, lapisan lilin alami ini mudah hilang selama penanganan pasca panen khususnya saat pencucian. Ada salah satu cara yang dapat digunakan untuk menggantikan kandungan lilin alami pada buah jambu kristal yang sudah hilang yaitu dengan aplikasi teknologi *edible coating*. Pada penelitian sebelumnya, Lapisan ini dapat mengakibatkan berkurangnya penyusutan, kebocoran, dan kerusakan rasa pada produk. Untuk memperbaiki sifat plastik larutan edible coating perlu ditambahkan plasticizer yaitu gliserol. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam aplikasi *edible coating* adalah konsentrasi larutan. Konsentrasi yang tepat dapat memperlambat proses perubahan fisiologis karena menurunkan laju transpirasi dan respirasi. Namun jika konsentrasi larutan terlalu rendah maka pengaruhnya akan minimal atau bahkan tidak ada, sedangkan jika konsentrasi larutan terlalu tinggi maka buah akan mengalami pembusukan lebih cepat disebabkan oleh respirasi anerob. Laju perombakan substrat pada respirasi anaerob jauh lebih besar dibandingkan respirasi aerob sehingga buah lebih cepat rusak. Pada penelitian tersebut menyatakan bahwa 1) susutnya bobot buah disebabkan oleh konsentrasi respirasi pada saat penyimpanan 2) vitamin C tidak dipengaruhi oleh konsentrasi keragenan dan gliserol karena semakin lama penyimpanan semakin mengkat kandungannya 3) total asam. Semakin lama waktu penyimpanan buah semakin rendah pula total asamnya. semakin masak buah maka terjadi kenaikan keasaman dalam daging buah. Tingkat keasaman meningkat maksimum pada puncak perkembangan setelah itu mulai menurun 4) kekerasan buah. Konsentrasi keragenan dan gliserol mempengaruhi kekerasan buah. Semakin lama kekerasan

buah senakin menurun. perubahan tekstur buah menjadi lunak akan diikuti oleh peningkatan asam dan gula sederhana, serta penurunan kadar pati. Hal ini dikarenakan terjadi degradasi pati secara enzimatis. Pati berubah menjadi gula sederhana yang diikuti oleh pelunakan tekstur buah.⁹⁹ Beberapa hal tersebut merupakan pengaruh kandungan kimia pada buah jambu kristal yang bisa menyebabkan tinggi atau rendahnya aktivitas antioksidan dalam faktor fisik.

Kadar Polifenol. Senyawa fenol merupakan salah satu senyawa yang umum dijumpai pada tanaman. Senyawa fenol berfungsi sebagai antimutasi, antikanker, antipenuaan, dan antioksidan. Beberapa macam senyawa fenol yang mempunyai korelasi tinggi dengan aktivitas antioksidan yaitu asam fenol (asam galat) dan polifenol (flavonoid). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan sangat berhubungan dengan kandungan senyawa fenol pada suatu bahan. Kandungan polifenol pada buah-buahan ditentukan oleh warna buah, buah-buahan yang berwarna gelap memiliki kandungan polifenol yang lebih tinggi. Tingginya total fenol pada buah jambu biji merah kemungkinan juga disebabkan karena bagian buah jambu biji merah yang dianalisis adalah kulit, daging buah, dan bijinya yang diekstrak. Senyawa fenol lebih banyak ditemukan pada bagian tumbuhan yang tidak dapat dimakan seperti kulit, biji, daun, dan batang. Hal tersebut telah disebutkan pada penelitian terdahulu untuk mengetahui aktivitas antioksidan pada buah jambu biji merah. Warna kuning pucat dan putih pada buah

⁹⁹ Dwi Dian Novita et al., "Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Gliserol terhadap Perubahan Fisik dan Kandungan Kimia Buah Jambu Biji Varietas 'KRISTAL' Selama Penyimpanan", Vol. 5 No. 1 (2016), hal. 50–56,.

jambu kristal adalah alasan kandungan polifenol yang bertindak sebagai antioksidan sangat rendah, sehingga mempengaruhi aktivitas antioksidannya.¹⁰⁰

Penyimpanan Pasca Panen. Pemanenan harus dilakukan pada umur atau waktu yang tepat, diantaranya dapat dilihat dari kematangan buah. Kondisi kematangan buah dapat ditentukan dengan cara melihat berbagai faktor salah satunya dengan warna. Jambu biji termasuk komoditi yang mudah rusak dengan masa simpan pada suhu kamar mencapai sekitar 7-10 hari. Lama penyimpanan dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia suatu buah, hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian sebelumnya, bahwa nilai total padatan terlarut pada buah jambu kristal semakin bertambah seiring waktu penyimpanan. Teknik budidaya dan tingkat kematangan mempengaruhi sifat fisik dan kimia suatu buah selama penyimpanan. Faktor teknik budidaya dan tingkat kematangan mempengaruhi fisikokimia buah. Terkait sifat kimia buah jambu biji kristal, kandungan vitamin C yang diperoleh pada buah yang dibudidayakan secara intensif (I_1) lebih besar dari buah yang dibudidayakan secara non intensif (I_0) pada faktor teknik budidaya. Pada tingkat kematangan ketiga yang berwarna hijau kekuningan (Tk_3) paling tinggi dibandingkan dengan buah pada tingkat kematangan pertama yang berwarna hijau (Tk_1) dan hijau muda terang (Tk_2). Kondisi ini terjadi pula pada penelitian Novita et al. (2016), pada buah jambu biji kristal, bahwa peningkatan kadar vitamin C disebabkan oleh proses biosintesis vitamin C dari glukosa yang terdapat pada buah dan kadar vitamin C maksimum terjadi ketika buah sudah masak ditandai dengan perubahan warna. Penelitian terdahulu tersebut

¹⁰⁰ Novi Febrianti et al., *Loc.Cit.*

membuktikan bahwa lama penyimpanan yang mempengaruhi kematangan buah dapat meningkatkan kadar vitamin C pada jambu kristal. Pada penelitian ini, peneliti telah menambahkan 1 kg sampel buah jambu kristal yang dibeli dari luar tempat pengambilan sampel. Hal ini dapat memicu rendahnya kadar antioksidan pada buah karena belum diketahinya lama penyimpanan jambu kristal yang dibeli tersebut. Karena waktu penyimpanan buah pada suhu tertentu dapat mempengaruhi kandungan kimia yang terdapat dalam buah tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang disebutkan dalam penelitian sebelumnya.¹⁰¹

Metode Uji Aktivitas Antioksidan. Pada uji aktivitas antioksidan buah jambu kristal yang telah dilakukan peneliti, metode menjadi salah satu faktor yang penting dalam keberhasilan suatu penelitian. Peneliti memilih metode DPPH pada uji aktivitas antioksidan karena uji DPPH salah satu uji yang sederhana, cepat, dan sensitif terhadap penangkalan senyawa radikal. Pada beberapa penelitian terdahulu, panjang gelombang yang dibutuhkan untuk menangkali radikal bebas secara optimal adalah pada 517 nm. Jika panjang gelombang yang digunakan kurang atau lebih dari nilai yang telah ditentukan, maka penangkalan radikal bebas tidak terjadi secara maksimal sehingga dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan pada suatu sampel. Proses penyerapan senyawa radikal oleh DPPH ini menyebabkan perubahan warna pada larutan sampel yang diberi DPPH dari warna ungu menjadi warna kuning pucat. Hal ini menunjukkan adanya proses pelepasan elektron pada larutan ekstrak terhadap DPPH. Jadi, panjang gelombang

¹⁰¹ N I Kadek et al., "Kajian Fisikokimia selama Penyimpanan Buah Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Varietas Kristal pada Perbedaan Teknik Budidaya dan Tingkat Kematangan Buah", Vol. 7 No. 2 (2017), hal. 147–156,.

pada uji DPPH sangat mempengaruhi aktivitas penangkalan radikal pada sampel ekstrak jambu kristal.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.) maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aktivitas antioksidan pada buah jambu kristal (*Psidium guajava* L.) memiliki nilai IC_{50} sebesar 1637,11 $\mu\text{g/mL}$ yang menunjukkan bahwa buah jambu kristal memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah. Namun, buah jambu kristal memiliki beberapa kandungan metabolit sekunder seperti saponin, tanin, terpenoid, polifenol, dan juga flavonoid yang dapat bertindak sebagai antioksidan alami.

A. Saran

1. Sebaiknya dalam proses ekstraksi menggunakan etanol p.a.
2. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya tidak mengeringkan sampel pada sinar matahari langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, Sari Nora Idawati, Lia Destiarti, Lucy Arianie. Uji Aktivitas Antioksidan Daging Buah Asam Paya (*Eleiodoxa Conferta* Burret) Dengan Metode DPPH Dan Tiosianat. Vol 3 (1).2014.
- Abiwa, Nurmila A, dan Sulasmi Anggo. “Sebagai Antioksidanh”. Vol. 12 no. 1 (2020), hal. 36–41.
- Amin, Saeful, dan Latar Belakang. “Uji Aktivitas Antioksidan Umbi Bawang Lanang (*Allium Sativum*) Terhadap Radikal Bebas DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil)”. Vol. 978-602–72 (2018).
- Aritonang, Sri Pratiwi. “Analisis Kandungan Antioksidan dan Mineral Kalsium (Ca), Kalium (K), dan Besi (Fe) dari Ekstrak Buah Jambu Air (*Syzygium samarangense*) Varietas Madu Deli Hijau (MDH)”. Vol. 8 no. 1 (2018).
- Aufa, Muhamad Raihan et al. “Pengaruh Penambahan Konsentrasi Jus Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Terhadap Kadar Asam Laktat, Vitamin C, dan Akseptabilitas Set Yogurt”. Vol. 1 no. 1 (2020), hal. 9–13. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i1>.
- Biologi, Jurusan et al. “Analisis Kadar Likopen dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Tomat Asal Sulawesi Selatan”. *Jurnal Bionature*. Vol. 13 (2012).
- Damayanti, Nita T R I. “Potensi Pengembangan Tanaman Jambu Kristal (*Psidium guajava* L) Berdasarkan Aspek Agrolimat Di Jawa Barat”, 2016.
- Dewi. “Uji Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) Sebagai Pangan Fungsional Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia Coli*”. *Skripsi.*, 2012.
- Dungir, Stevi G et al. “Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L .)”. Vol. 1 no. 1 (2012).
- Et, Merr et al. “Aktivitas Antioksidan Daun Jambu Air (*Syzygium samarangse* (BL) Mer Et. Perry) Serta Optimasi Suhu dan Lama Penyeduhan”. Vol. 2 (2018).
- Febrianti, Novi et al. “Perbandingan Aktivitas Antioksidan Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.)”. *Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016, Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang Malang.*, 2016.
- Hanani, Endang et al. “Identifikasi Senyawa Antioksidan dari Kepulauan Seribu”. Vol. 2 no. 3 (2005).

- Hasil, Linn, dan Pengadukan Dan. “Daya Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Manggis (*Gracinia mangostana* Linn) Hasil Pengadukan Dan Refluk”. Vol. 2 (2013).
- Hudaya, Adeng. “Uji antioksidan dan antibakteri ekstrak air bunga kecombrang (*edigera elatior*) sebagai pangan fungsional terhadap *staphylococcus aureus* dan *escherichia coli*”. *Skripsi.*, 2011 (On-line), tersedia di: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/21637> (2011).
- Indarto. “Uji Kualitatif Dan Kuantitatif Golongan Senyawa Organik Dari Kulit Dan Kayu Batang Tumbuhan *Artocarpus Dadah* Miq.”, n.d., 75–84.
- Jin, Lei et al. “Phenolic compounds and antioxidant activity of bulb extracts of six *Lilium* species native to China”. *Molecules*. Vol. 17 (2012) <https://doi.org/10.3390/molecules17089361>.
- Jumlah, Perbandingan et al. “Comparison of Total Phenolic Contents (TPC) and Antioxidant Activities of Fresh Fruit Juices , Commercial 100 % Fruit Juices and Fruit Drinks”. Vol. 45 no. 9 (2016).
- Kaligis, Alfredo Yeheskel et al. “Uji Aktivitas Antioksidan Alga *Halimeda opuntia* dengan Metode DPPH [1,1-difenil-2-pikrilhidrazil]”. Vol. 9 no. 1 (2020).
- Kampus, Jl, dan Unsrat Manado. “Penentuan Total Fenolik dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Biji dan Kulit Buah Pinang Yaki (*Areca Vestiaria* Giseke)”. *jurnal ilmiah sains*. Vol. 12 no. 2 (2012).
- Kartika. “Profil Kimiawi dari Formulasi Ekstrak Meniran, Kunyit, dan Temulawak Berdasarkan Aktivitas Antioksidan Terbaik”. *Skripsi.*, 2010 <https://doi.org/10.1007/BF01414398>.
- Kimia, Program Studi, dan Universitas Tanjungpura. “Uji Aktifitas Antioksidan Daging Buah Asam Paya (*Eleiodoxa conferta* Burret) Dengan Metode DPPH Dan Tiosianat”. Vol. 3 (2014).
- Lakoro, Julia Elsa et al. “Uji Aktivitas Antioksidan dan Penentuan Total Kandungan Fenolik Ekstrak Etanol Daun *Nanamuha* (*Bridelia monoica* Merr)”. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol. 9 no. 1 (2020).
- Lantah, Puji L et al. “Kandungan Fitokimia Dan Aktivasi Antioksidan Ekstrak Metanol Rumpun Laut *Kappaphycus alvarezii*”. Vol. 5 no. 3 (2017), hal. 73–79.
- M, Muhammad Titis B et al. “Isolasi , Identifikasi dan Uji Aktifitas Senyawa Alkaloid Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis)”. Vol. 1 no. 1 (2013).
- Made, Ni et al. “Potensi Ekstrak Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

- Sebagai Antioksidan Alami”. Vol. 10 (2016).
- Merah, Kacang. “Uji Aktivasi Antioksidan Ekstrak Metanol”., 2010, 1–68.
- Mokoginta, Eka Pratiwi et al. “Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Aktivitas Penangkal Radikal Bebas Ekstrak Metanol Kulit Biji Pinang Yaki (*Areca vestitaria* Giseke)”. Vol. 2 (2013).
- Muhammad Deky Satria. “No Title”., 2013.
- Novita, Dwi Dian et al. “Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Gliserol terhadap Perubahan Fisik dan Kandungan Kimia Buah Jambu Biji Varietas ‘KRISTAL’ Selama Penyimpanan”. Vol. 5 (2016).
- Nurhasnawati, Henny et al. “Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium Malaccense* L.)”. Vol. 3 (2017).
- Pakaya, David. “Peranan Vitamin C Pada Kulit”. Vol. 1 no. 2 (2014), hal. 46.
- Salamah, Nina, dan Erlinda Widyasari. “Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kelengkeng (*Euphoria longan* (L.) Steud.) dengan Metode Penangkapan Radikal 2, 2’ DIPHEN YL-1-PICRYLHYDRAZYL”. Vol. 5 no. 1 (2015).
- Septipianus Arung Padang. “Penetapan Kadar Vitamin Pada Buah Jambu Merah (*Psidium guajava* L.) Dengan Metode Titration NA-2,6 Dichlorophenol Indophenol (DCIP)”. *Universitas Nusantara PGRI Kediri*. Vol. 1 no. 2 (2017), hal. 1–7. (On-line), tersedia di: <http://www.albayan.ae> (2017).
- Sinbad, Olorunnisola Olubukola et al. “Vitamins as Antioxidants”. Vol. 2 no. 3 (2019) <https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000021>.
- Syarif, U I N et al. “Aktivasi Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn) Dengan Metode”., no. November (2014).
- Tandi, Joni et al. “Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Buah Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis [Qualitative and Quantitative Analysis of Secondary Metabolites in Ethanol Extract of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Fruit with UV-Vis Spectrophotometry Method]”. Vol. 6 no. April (2020), hal. 74–80.
- “Uji Aktitas Antioksidan Ekstrak n-heksana Buah Lakum (*Cayratia trifolia*) Dengan Metode DPPH (2,2 -Difenil-1- Pikrilhidrazil)”., 2013.
- Tapan, Erik. Kanker, Antioksidan, dan Terapi Komplementer. jakarta. PT Gramedia.2005.

Winarsi, Hery. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Yogyakarta. Kanisius. 2007.

